

METHOD OF BUILDING AND OPERATION OF UNDERGROUND GAS STORAGE SANDWICH-TYPE NONUNIFORM LOW PENETRATION SLIGHTLY CEMENTED TERRIGENOUS RESERVOIRS WITH UNDERLAYING WATER-BEARING STRATA

Publication number: RU2136566

Publication date: 1999-09-10

Inventor: MAKARENKO P P; BASARYGIN JU M; BUZINOV S N;
STREL TSOV V M; CHERNENKO A M; BUDNIKOV V F;
SHIPITSA V F; AVETISOV A G

Applicant: PREDPRIJATIE KUBAN GAZPROM

Classification:

- International: **B65G5/00; B65G5/00; (IPC1-7): B65G5/00**

- European:

Application number: RU19980115248 19980807

Priority number(s): RU19980115248 19980807

Report a data error

Abstract of RU2136566

FIELD: gas industry. **SUBSTANCE:** method comes to drilling injection-development wells equipped with flow tubings, injection into pay-out bed of gas and extraction of gas. Injection-development wells are drilled with horizontal termination of bore hole and are arranged in clusters with vertical well. First pay-out bed and partially underlying water bearing stratum are drilled in and local characteristics of bed are determined. Basing on obtained data, well profile and program of injection-development well with horizontal termination of bore hole are defined more accurately. Then 3-8 injection-development wells with horizontal termination of bore hole are drilled. Horizontal termination of bore holes are arranged along radii from center of cluster and are lined with filters length of each horizontal termination of bore hole being 250 m and more. Point of entry of each horizontal termination of bore hole into top of pay-out bed is arranged at a distance not less than 100 m from vertical well bore hole which is used as injection well. **EFFECT:** reduced building costs. 2 cl, 3 tbl, 2 dwg

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

⁽¹⁹⁾ **RU** ⁽¹¹⁾ **2 136 566** ⁽¹³⁾ **C1**
⁽⁵¹⁾ **МПК⁶ B 65 G 5/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 98115248/03, 07.08.1998

(24) Дата начала действия патента: 07.08.1998

(46) Дата публикации: 10.09.1999

(56) Ссылки: Солдаткин Г.И. и др. Подземное хранение газа в водоносных пластах. ТНТО. Зарубежный опыт. - М.: ВНИИГазпром, 1968, с. 33 - 37. SU 1041438 A, 15.09.83. SU 1427757 A1, 10.11.95. SU 1474031 A1, 07.10.89. RU 95100363 A1, 10.11.96. RU 2102301 C1, 10.11.96. US 4149598 A, 17.04.79. US 4701072 A, 20.10.87. FR 2168942 A, 07.09.73. Ширковский А.И. разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений (подземное хранение газа в пористых и проницаемых коллекторах). - М.: Недра, 1979, с. 255 - 289.

(98) Адрес для переписки:
350063, Краснодар, ул.Мира 34,
Научно-технический центр предприятия
"Кубаньгазпром"

(71) Заявитель:
Предприятие "Кубаньгазпром"

(72) Изобретатель: Макаренко П.П.,
Басарыгин Ю.М., Бузинов С.Н., Стрельцов
В.М., Черненко А.М., Будников В.Ф., Шипица
В.Ф., Аветисов А.Г.

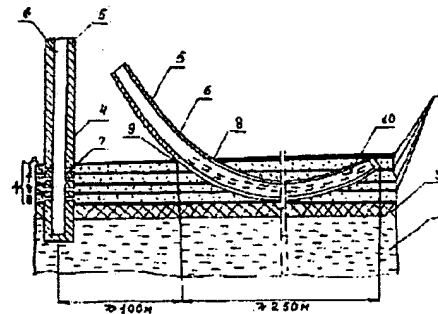
(73) Патентообладатель:
Предприятие "Кубаньгазпром"

(54) СПОСОБ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНОГО ХРАНИЛИЩА ГАЗА В МНОГОПЛАСТОВЫХ НЕОДНОРОДНЫХ НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ СЛАБОСЦЕМЕНТИРОВАННЫХ ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРАХ С ПОДСТИЛАЮЩИМ ВОДЯНЫМ ГОРИЗОНТОМ

(57) Реферат:

Использование: изобретение относится к газовой промышленности и предназначено для создания и эксплуатации подземных хранилищ газа. Обеспечивает снижение затрат на строительство хранилища. Сущность изобретения: способ включает бурение нагнетательно-эксплуатационных скважин, оборудование их эксплуатационными колоннами, закачку в продуктивный пласт газа и его отбор. Нагнетательно-эксплуатационные скважины бурят с горизонтальным окончанием ствола и располагают их кустами с вертикальной скважиной. Вначале вскрывают вертикальной скважиной продуктивный пласт и частично подстилающий водяной горизонт. Определяют локальные характеристики пласта. По полученным данным уточняют профиль и конструкцию нагнетательно-эксплуатационных скважин горизонтальным окончанием ствола. Затем бурят 3-8 нагнетательно-эксплуатационных скважин с горизонтальным окончанием ствола. Горизонтальные окончания ствола располагают по радиусам от центра куста и

обсаживают фильтрами, длина каждого горизонтального окончания ствола составляет 250 м и более. Точку входа каждого горизонтального окончания ствола в кровлю продуктивного пласта, размещают на расстоянии не менее 100 м от ствола вертикальной скважины. Ее используют в качестве нагнетательной, 1 з.п.ф-лы, 2 ип., 3 табл.



4F. I



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 136 566** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁶ **B 65 G 5/00**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 98115248/03, 07.08.1998
 (24) Effective date for property rights: 07.08.1998
 (46) Date of publication: 10.09.1999
 (98) Mail address:
 350063, Krasnodar, ul. Mira 34,
 Nauchno-tekhnicheskij tsentr predpriyatiya
 "Kuban'gazprom"

(71) Applicant:
 Predpriyatie "Kuban'gazprom"
 (72) Inventor: Makarenko P.P.,
 Basarygin Ju.M., Buzinov S.N., Strel'tsov
 V.M., Chernenko A.M., Budnikov V.F., Shipitsa
 V.F., Avelisov A.G.
 (73) Proprietor:
 Predpriyatie "Kuban'gazprom"

(54) METHOD OF BUILDING AND OPERATION OF UNDERGROUND GAS STORAGE IN SANDWICH-TYPE NONUNIFORM LOW PENETRATION SLIGHTLY CEMENTED TERRIGENOUS RESERVOIRS WITH UNDERLAYING WATER-BEARING STRATUM

(57) Abstract:

FIELD: gas industry. SUBSTANCE: method comes to drilling injection-development wells equipped with flow tubings, injection into pay-out bed of gas and extraction of gas. Injection-development wells are drilled with horizontal termination of bore hole and are arranged in clusters with vertical well. First pay-out bed and partially underlaying water bearing stratum are drilled in and local characteristics of bed are determined. Basing on obtained data, well profile and program of injection-development wells with horizontal termination of bore hole are defined more accurately. Then 3-8 injection-development wells with horizontal termination of bore hole are drilled. Horizontal termination of bore holes are arranged along radii from center of cluster and are lined with filters length of each horizontal termination of bore hole being 250 m and more. Point of entry of each

horizontal termination of bore hole into top of pay-out bed is arranged at a distance not less that 100 m from vertical well bore hole which is used as injection well. EFFECT: reduced building costs. 2 cl, 3 tbl, 2 dwg

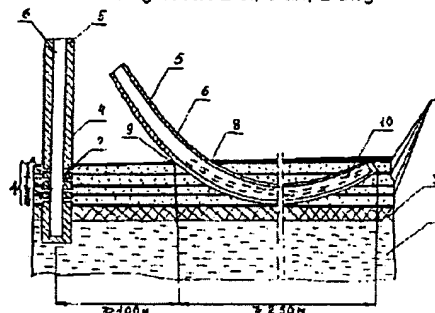


Fig. 1

RU 2 136 566 C1

RU 2 136 566 C1

Изобретение относится к газовой промышленности и предназначено для создания и эксплуатации подземных хранилищ газа.

Наиболее распространенными природными объектами, используемыми для создания подземных хранилищ газа, являются истощенные залежи (газовые и газоконденсатные), которые в большинстве своем, в процессе разработки подтягивают подошвенные или законтурные воды либо имеют близко расположенные водоносные горизонты, а так же изменяют напряженное состояние скелета коллектора, что приводит к уменьшению его прочностных свойств.

Указанные изменения состояния залежи при завершении разработки являются причиной ограничения перепада давления в системе скважина-пласт при закачке и отборе газа, что приводит к необходимости бурения большого числа скважин с целью обеспечения пиковых режимов в процессе эксплуатации подземных хранилищ газа.

Одним из основных показателей при создании подземных хранилищ газа является высокая проницаемость коллектора. Например, проницаемость пластов известных хранилищ газа составляет: Северо-Ставропольского - 1000 мД, Песчано-Ушетского - 1300 мД, Касимовского - 600 - 2800 мД.

Мировая практика не имеет опыта создания крупных хранилищ газа с активным объемом более 5,0 млрд.м³ в терригенных коллекторах с низкой проницаемостью (15-30 мД, но не более 80 мД) и небольшой эффективной мощностью в пределах 4-25 м, но не более 40 м. Для описанных залежей необходимо для эффективной эксплуатации число скважин резко увеличивается.

Известен способ создания подземного газохранилища в водоносном пласте неоднородного литологического строения, включающий закачку газа в пласт и отбор газа потребителю, при этом в водоносном пласте выделяют более проницаемые пропластки, а закачку газа осуществляют в выделенные пропластки последовательно, начиная с верхнего, причем закачку газа в каждый пропласток ведут до появления газа на границе ловушки [1].

Недостатками известного способа являются высокие затраты на создание подземного хранилища газа и низкая эффективность его эксплуатации из-за большого числа вертикальных скважин, низкой их приемистости и дебитов при соблюдении ограничений на допустимые перепады давлений в системе скважина-пласт, обусловленных разрушением коллектора при отборе и закачке газа.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявляемому способу является способ создания и эксплуатации многопластовых подземных хранилищ газа, включающий выделение в геологическом разрезе нескольких пластов - объектов для хранения газа, бурение нагнетательно-эксплуатационных и контрольно-регулирующих скважин, оборудование нагнетательно-эксплуатационных скважин обсадной и эксплуатационными колоннами, закачку в выделенные пласты и отбор из них

хранимого газа, причем при оборудовании нагнетательно-эксплуатационных скважин в каждой скважине эксплуатационные колонны перфорируют в интервале всех выделенных пластов, закачку газа подлежащего хранению и его отбор производят одновременно по всем пластам через эксплуатационную колонну нагнетательно-эксплуатационных скважин, бурение контрольно-регулирующих скважин производят на каждый пласт, а при регулировании объемов закачки или отбора газа по каждому пласту осуществляют дополнительную закачку или отбор газа в контрольно-регулирующие скважины [2].

Недостатками известного способа являются высокие затраты на создание и эксплуатацию подземного хранилища газа из-за большого числа вертикальных скважин, низкой их приемистости и дебитов, обводнения скважин при форсированных режимах, особенно в пиковые периоды эксплуатации.

Задачей настоящего изобретения является снижение затрат на создание подземного хранилища газа, повышение эффективности его эксплуатации за счет сокращения числа скважин, предотвращения обводнения и разрушения скважин и обеспечения необходимого отбора газа из подземного хранилища газа в пиковые периоды эксплуатации.

Сущность настоящего изобретения заключается в том, что в известном способе создания и эксплуатации подземного хранилища газа в многопластовых неоднородных низкопроницаемых слабосцементированных терригенных коллекторах с подстилающим водяным горизонтом, включающем бурение нагнетательно-эксплуатационных скважин, оборудование их эксплуатационными колоннами, закачку в продуктивный пласт газа и его отбор, согласно изобретению, нагнетательно-эксплуатационные скважины бурят с горизонтальным окончанием ствола и располагают их кустами с вертикальной скважиной, при этом вначале вскрывают вертикальной скважиной продуктивный пласт и частично подстилающий водяной горизонт, определяют локальные характеристики продуктивного пласта: глубину залегания продуктивного пласта и подстилающего водяного горизонта, мощность разделяющего их пропластка, проницаемость и пористость каждого продуктивного пропластка, по полученным данным уточняют профиль и конструкцию

нагнетательно-эксплуатационных скважин с горизонтальным окончанием ствола, затем бурят 3-8 нагнетательно-эксплуатационных скважин с горизонтальным окончанием ствола, причем горизонтальные окончания ствола располагают по радиусам от центра куста и обсаживают фильтрами, длина каждого горизонтального окончания ствола составляет 250 м и более, а точку входа каждого горизонтального окончания ствола в кровлю продуктивного пласта размещают на расстоянии не менее 100 м от ствола вертикальной скважины, при этом вертикальную скважину используют в качестве нагнетательной.

Кроме того, каждый из горизонтальных окончаний стволов пересекает все продуктивные пропластки.

На фиг. 1 представлен разрез пласта с размещенными вертикальной и одной из нагнетательно-эксплуатационных скважин с горизонтальным окончанием ствола.

На фиг. 2 представлена схема размещения скважин в кусте.

Способ осуществляют следующим образом.

На фиг. 1 изображено: 1 - продуктивный пласт; I^a, I, II, III - продуктивные пропластки, IV - прослой глины, 2 - водяной горизонт, 3 - глинистый пропласток между продуктивным пластом 1 и подстилающим водяным горизонтом 2, 4 - вертикальная скважина, 5 - эксплуатационная колонна, 6 - цементный раствор, 7 - перфорационные отверстия, 8 - нагнетательно-эксплуатационная скважина, 9 - точка входа горизонтального окончания ствола в кровлю продуктивного пласта 1, 10 - фильтры.

Продуктивный пласт 1 состоит из небольших по мощности чередующихся песчано-глинистых пропластков: I^a, I, II, III с подклиненными прослоями глин - IV. Проницаемость коллекторов составляет 30-40 мД. Общая мощность продуктивного пласта изменяется в пределах 10-40 м, среднезвешенная газонасыщенная мощность не более 20 м.

Ниже продуктивного пласта 1 расположен подстилающий водяной горизонт 2. Между продуктивным пластом 1 и подстилающим водяным горизонтом 2 расположен глинистый пропласток (покрышка) 3.

Вертикальной скважиной 4 вскрывают продуктивный пласт 1, глинистый пропласток 3 и частично водяной горизонт 2. Затем проводят геофизические исследования и определяют: месторасположения кровли и подошвы продуктивного пласта и его пропластков, их мощность и глубину залегания, фильтрационные параметры пласта, литологические характеристики, заглинизированность разреза, глубину залегания и мощность глинистого пропластка 3, отделяющего продуктивный пласт 1 от водяного горизонта 2.

В скважину 4 спускают эксплуатационную колонну 5 и цементируют ее, затем производят перфорацию колонны 5 в зоне продуктивного пласта 1.

По данным геофизических исследований уточняют профиль и конструкцию нагнетательно-эксплуатационных скважин с горизонтальным окончанием ствола 8. Затем бурят нагнетательно-эксплуатационные скважины 8 с длиной горизонтального окончания ствола 250 м и более и располагают их по радиусам от центра куста. Точку входа каждого горизонтального окончания ствола в кровлю продуктивного пласта 9 размещают на расстоянии не менее 100 м от ствола вертикальной скважины.

В нагнетательно-эксплуатационные скважины 8 спускают эксплуатационные колонны 5 в горизонтальное окончание стволов 8 скважин 8 спускают перфорированные трубы (фильтры) 10, а эксплуатационную колонну 5 над продуктивным пластом цементируют.

Закачку газа в продуктивный пласт 1 ведут через вертикальную скважину 4 и нагнетательно-эксплуатационные скважины 8, а отбор ведут только через

нагнетательно-эксплуатационные скважины 8.

При предложенном кустовом размещении скважин изображенном на фиг.2, где А и А' соответственно, вертикальная скважина и область ее дренирования;

Б и Б', соответственно, нагнетательно-эксплуатационная скважина с горизонтальным окончанием ствола и область ее дренирования;

В - куст с семью скважинами; отрицательное влияние депрессионной воронки сведено к нулю.

Пример. Предлагаемый способ создания и эксплуатации подземного хранилища газа в многопластовых неоднородных низкопроницаемых слабосцементированных терригенных коллекторах с подстилающим водяным горизонтом положен в основу создания и эксплуатации одного из подземных хранилищ газа в истощенном газоконденсатном месторождении альбского яруса нижнемеловых отложений, сложенного глинами, песчаниками и алевролитами.

Основные геолого-промысловые данные по месторождению приведены в таблице 1 (табл. 1-3 см. в конце описания).

При проектировании подземного хранилища газа предусмотрено с выходом на проектный показатель объема хранилища пробурить 241 эксплуатационно-нагнетательную вертикальную скважину.

Однако, использование кустовых скважин с горизонтальным окончанием ствола позволило запроектировать на тот же объем всего 140 скважин, из них 71 горизонтальные и 69 вертикальных скважин.

В таблице 2 приведены характеристики вертикальной и горизонтальной скважин, а так же фактические замеры дебитов.

Как следует из приведенных в таблице 2 данных, при увеличении длины горизонтального участка ствола более 250 м дебит скважины увеличивается более чем в 6 раз по сравнению с вертикальной скважиной.

В таблице 3 приведены дебиты средней вертикальной и горизонтальной скважин.

В мае 1997 г на подземном хранилище газа 80 скважин, в том числе 31 скважина с горизонтальным окончанием ствола длиной 250 м и более, обеспечили пиковую закачку с суточным дебитом 9,8 млн.м³ газа по сравнению с 4,9 и 4,4 млн.м³ газа, соответственно, в апреле и сентябре.

В зимнем сезоне 1997-98 гг. характеризовавшимся крайне неблагоприятной климатической обстановкой и имевшими место существенными недопоставками газа из Единой системы газоснабжения проявилась роль и значение подземного хранилища газа, созданного как вертикальными, так и скважинами с горизонтальным окончанием ствола. При этом даже в условиях неполного буферного объема газа, предусмотренного проектом, была обеспечена предусмотренная проектом производительность подземного хранилища газа, что в целом позволило обеспечить в этот период бесперебойное газоснабжение крупного региона России.

Заявляемый способ по сравнению со способом - прототипом позволяет снизить затраты на создание подземного хранилища газа, повысить эффективность его эксплуатации за счет сокращения числа

скважин, предотвращения обводнения и разрушения скважин, обеспечения необходимого отбора газа в пиковые периоды эксплуатации, увеличить объем газохранилища и темпы отбора-закачки газа за счет вовлечения в работу пластов, считавшихся при вскрытии их вертикальными скважинами, непригодными из-за низких коллекторских свойств, кроме того, позволяет сократить размеры земельных участков под скважины, шлейфы, подъездные дороги, уменьшить вредное воздействие на окружающую среду.

Источники информации:

1. N 1041438 А, В 65 С 5/00, 1983.
2. Солдаткин Г.И. и др., Подземное хранение газа в водоносных пластах, Тематический научно-технический обзор, Зарубежный опыт, ВНИИЭгазпром, 1968 г., стр. 33 - 37.

Формула изобретения:

1. Способ создания и эксплуатации подземного хранилища газа в многопластовых неоднородных низкопроницаемых слабосцементированных терригенных коллекторах с подстилающим водяным горизонтом, включающий бурение нагнетательно-эксплуатационных скважин, оборудование их эксплуатационными колоннами, закачку в продуктивный пласт газа и его отбор, отличающийся тем, что

нагнетательно-эксплуатационные скважины бурят с горизонтальным окончанием ствола и располагают их кустами с вертикальной скважиной, при этом вначале вскрывают вертикальной скважиной продуктивный пласт и частично подстилающий водяной горизонт, определяют локальные характеристики продуктивного пласта: глубину залегания продуктивного пласта и подстилающего водяного горизонта, мощность разделяющего их пропластка, проницаемость и пористость каждого продуктивного пропластка, по полученным данным уточняют профиль и конструкцию

нагнетательно-эксплуатационных скважин с горизонтальным окончанием ствола, затем бурят 3 - 8 нагнетательно-эксплуатационных скважин с горизонтальным окончанием ствола, причем горизонтальные окончания ствола располагают по радиусам от центра куста и обсаживают фильтрами, длина каждого горизонтального окончания ствола составляет 250 м и более, а точку входа каждого горизонтального окончания ствола в кровлю продуктивного пласта размещают на расстоянии не менее 100 м от ствола вертикальной скважины, при этом вертикальную скважину используют в качестве нагнетательной.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что каждый из горизонтальных окончаний стволов пересекает все продуктивные пропластки.

Таблица I

Показатели	I ^a пласт	I пласт	II пласт	III пласт
Средняя глубина за- легания, м	1318	1330	1340	1355
Средняя проницае- мость, мД	34,6	19,0	60,0	77,2
Эффективная мощ- ность, м	2,4-17,0	4,0-19,2	10,0-26,2	10,6-37,2

RU 2136566 C1

RU 2136566 C1

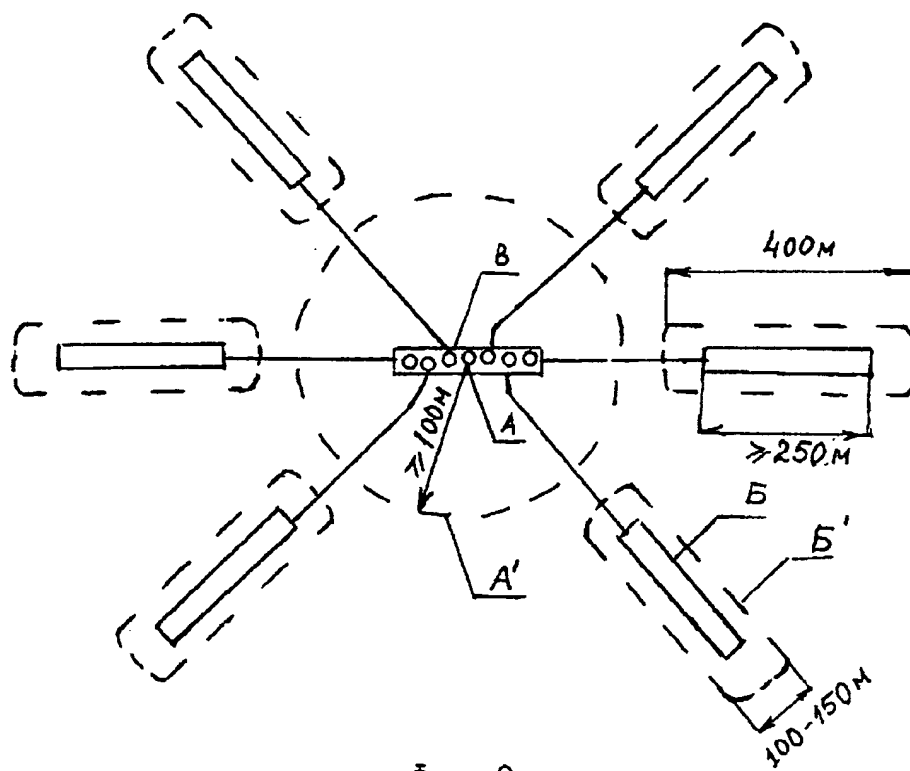
Таблица 2

№ пп	Расстояние между скважинами в ряду, м	Длина горизонтального ствола, м	Расстояние между рядами скважин, м	Дебит, тыс. м ³ /сут.	Депрессия, мПа	Относительное увеличение дебита	Примечание
1.	200	-	200	149,2	1,58	1	Вертикальная скв.
2.	200	200	200	306,2	0,95	3,41	Горизонт. скв.
3.	300	200	300	358,1	0,66	5,75	"-
4.	300	300	500	365,1	0,62	6,24	"-
5.	400	400	400	409,5	0,34	12,72	"-

Таблица 3

Дата замера	Перепад давления, мПа	Дебит, тыс. м ³ /сут.		Отношение дебитов горизонт. и вертикальной скважин
		вертикальная скв.	горизонтальная скв.	
03.02.97	1,15	41,82	126,33	3,02
19.02.97	1,30	24,0	61,5	2,56
19.02.97	1,14	46,0	94,25	2,05
6.02.98	1,65	36,88	123,80	3,36
11.02.98	1,78	26,38	109,67	4,16
04.03.98	1,05	57,21	111,82	1,95
среднее	1,51	38,715	104,56	2,70

RU 2136566 C1



Фиг. 2

RU 2136566 C1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.